

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Климук Анастасии Алексеевны на тему «Продуктивность, морфологические и акклиматизационные особенности гибридов африканского клариевого сома *Clarias gariepinus* в условиях прудовых хозяйств III и IV рыбоводных зон», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности – 4.2.4 Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства в диссертационный совет 35.2.030.10, созданный на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Актуальность исследования. Сегодня по данным ФАО в мировом объеме производства рыбы на аквакультуру приходится 52%, тогда как в России — лишь около 7%. Это говорит о большом потенциале отрасли в РФ. Более 100 тыс. тонн импортируемой в Россию рыбы приходится на лососёвые, карповые и сомовые виды, которые могут успешно выращиваться внутри страны. Это открывает широкие возможности для импортозамещения. Интенсификация отечественного производства аквакультурных видов рыб предполагает работы по увеличению продуктивности и жизнестойкости существующих линий, кроссов и пород. Одним из нетрадиционных, но перспективных высокопродуктивных видов рыб является африканский клариевый сом *Clarias gariepinus*, обладающий рядом отличительных полезных качеств (культивация при высоких плотностях посадки, высокая скорость роста и выход конечной рыбопродукции). Африканский клариевый сом теплолюбивый (оптимальная температура выращивания — 28-30°C) объект аквакультуры, что ограничивает его аквакультуру в России. В нашей стране его преимущественно выращивают в УЗВ, так как в открытых водоемах (прудах) регионов с умеренным климатом (III-IV зоны) это проблематично из-за низких температур (<21°C). Имеются технологии выращивания клариевого сома в нагульных карповых прудах, но широкого практического и географического распространения эта практика не имеет.

Таким образом, формирование стад клариевого сома, устойчивых к пониженным температурам, пригодных для товарного выращивания в зонах с умеренным климатом и коротким вегетационным периодом представляется своевременным и актуальным. Решение проблемы позволит увеличить производство этого ценного вида рыбы в России.

Научная новизна работы. В результате работы автора для товарного выращивания клариевого сома в регионах с умеренным климатом, получены гибриды F₁ и F₂ от скрещивания пород "михайловская" и "таманская". Изучен адаптационный потенциал молоди *C. gariepinus* разных размерно-массовых групп к пониженным температурам: 25, 22, 20, 17 и 15°C, с использованием комплекса биомаркеров (молекулярно-генетических, гематологических, биохимических, гистологических).

Проведен отбор холодоустойчивых гибридов с высокими продукционными качествами. Создана база данных морфометрических показателей гибридов и их родительских форм. Доказана возможность выращивания клариевого сома в

хозяйствах Курской и Белгородской областях, с выживаемостью не менее 75% за 4 месяца выращивания.

Работа прошла достаточную **апробацию**. По результатам выполненных исследований опубликовано 12 научных трудов, в том числе 1 в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК, Минобрнауки России, 3 – в изданиях, входящих в МБД, 1 учебное пособие, 1 – патент (свидетельство). Основные положения и результаты работы изложены и обсуждены на шести научных и научно-практических конференциях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяются репрезентативностью выборок и использованием адекватных поставленным задачам методов исследований. Исходный фактический материал, его обработка и интерпретация надежны, результаты и выводы аргументированы. Статистическая обработка числовых данных, полученных в качестве основных первичных результатов исследований, проведена с использованием общепринятых методов математической статистики. Для проверки статистических гипотез использованы критерии, адекватные особенностям полученных выборочных данных, с их оценкой на стандартных уровнях значимости.

Ценность для науки и практики выполненной соискателем работы и рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Работа имеет несомненное научное и практическое значение. В результате диссертационного исследования произошло расширение научных знаний в области аквакультуры. Были получены новые данные о биологических и хозяйственных особенностях двух пород клариевых сомов и их гибридов. Изучены механизмы акклиматизации и адаптации гибридных поколений к пониженным температурам. Сформирована база данных морфометрических промеров (с госрегистрацией № 2025621921).

Практическая значимость работы состоит в том, что созданы и внедрены в производство гибридные популяции, акклимированные к пониженным температурам в условиях прудовых хозяйств III и IV рыбоводных зон РФ. Разработана и апробирована рыбоводная инструкция для III-IV зон рыбоводства. Технология внедрена на 8 рыбоводных предприятиях различных форм собственности.

Разработано учебно-методическое пособие "Методы селекционно-генетических исследований объектов товарного рыбоводства" (2025), которое используется в подготовке бакалавров и магистров по направлениям 35.03.08 "Водные биоресурсы и аквакультура" и 06.03.01 "Биология", в рамках дисциплин: генетика, селекция и индустриальная аквакультура.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность. Диссертационная работа изложена на 153 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 30 рисунков, 28 таблиц, заключения, списка литературы, включающий 178 наименований, в том числе 134 – на иностранном языке и 7 приложений.

Во «**Введении**» обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, защищаемые положения.

В главе 1 дается обзор литературных источников, представляющий собой анализ использования африканского клариевого сома в индустриальной аквакультуре за рубежом и в России. Приводятся сведения о мировом и отечественном опыте селекционной работы. Даны особенности экологии вида и технологии выращивания сома в прудовых хозяйствах и УЗВ. Описаны биологические маркеры температурной адаптации. Проведенный автором анализ показывает необходимость и научную обоснованность создания холодоустойчивых гибридов клариевого сома для расширения географии его выращивания в России. Однако глава не лишена недостатков в виде неоднократного повторения некоторой информации.

В главе 2 «Материалы и методы исследований» автор подробно обсуждает методологические аспекты проведенных исследований, показывая выверенные подходы и принципы к изучению проблемы. Дана комплексная методика исследования, включающую современные молекулярно-генетические, физиологические и статистические методы для всесторонней оценки холодоустойчивости гибридов. Указан объем исследованного материала.

Глава 3 посвящена результатам работы и их обсуждению.

В первой части главы (3.1) автор описывает методы отбора, подбора и результаты скрещивания разных пород африканского клариевого сома. Для получения гибридов F_1 были выбраны михайловские самки и таманские самцы как обладающие лучшими морфометрическими и воспроизводительными показателями. В результате проведенных исследований у гибридов F_1 зафиксирован эффект гетерозиса, они превосходят родительские формы по основным продуктивным показателям. Так, в возрасте 90 суток рыбы продемонстрировали высокую среднесуточную скорость роста (2,6 г/сутки), повышенную выживаемость (95,2%), упитанность находилась на уровне 1,8. Было выявлено повышение выживаемости по сравнению с родительскими линиями на 4,2%. Кроме того, выращенные до половозрелости самки и самцы сохраняют высокое качество половых продуктов.

В качестве родительских групп для получения потомства второго поколения были выбраны выращенные в прудовом хозяйстве Белгородской области самки и самцы первого поколения. Отбор шел по тем же параметрам, что и у производителей F_0 . Рабочая плодовитость самок F_1 оказалась ниже, чем у обеих родительских групп, на 12,5 % по сравнению с михайловской и на 15,1% с таманской. Процент выклева личинок был незначительно выше – 72%. У полученной личинки зафиксировано незначительное увеличение дефектов развития на 18,4% (против 10 и 13% у родительских форм, и 10% в F_1). Таким образом, показано, что гибриды F_1 превосходят родительские формы по основным продуктивным показателям, гибриды F_2 сохраняют хорошие характеристики роста и развития.

В разделе 3.2 «Акклимация гибридной молодежи к пониженным температурам водной среды» автор показывает изменения параметров гомеостаза при гибридизации разных пород африканского сома и дальнейшем скрещивании «в себе» полученных потомков.

При изучении **гематологического профиля** выявлено, что гибриды F_1 демонстрируют выраженную гематологическую реакцию на понижение

температуры воды, что свидетельствует о хороших адаптационных возможностях. Наблюдается размерно-зависимый эффект – молодь меньшей массы (50-95 г) проявляет более выраженные изменения гематологических параметров. Изменения носят компенсаторно-приспособительный характер и направлены на поддержание иммунного статуса в условиях температурного стресса. Отмечается, что доля лимфоцитов, отвечающих за формирование общего и специфического иммунитета, повышается, а моноцитов, формирующих защиту от инфекций, по ходу эксперимента снижается. Лимфоидный тип крови сохраняется на всех этапах эксперимента, что характерно для данного вида рыб. Гематологические изменения свидетельствуют об успешной активации адаптационных механизмов у гибридной молоди при понижении температуры, что подтверждает их перспективность для выращивания в условиях умеренного климата.

У молоди F_2 наблюдаются сходные реакции на понижение температуры воды, хотя с меньшей выраженностью. У них выявлено более выраженное увеличение сегментоядерных нейтрофилов (в 9 раз против менее значительных изменений у F_1), менее резкие изменения лимфоцитарного звена, а также стабильность большинства форменных элементов у крупной молоди (150-200 г).

Можно отметить общие закономерности для рыб обоих поколений селекции: увеличение общего количества лейкоцитов при понижении температуры, снижение доли эритроцитов, активация тромбоцитарного звена. Таким образом, особи F_2 показывают более зрелый иммунный ответ на температурный стресс по сравнению с F_1 . Гибриды второго поколения демонстрируют улучшенные адаптационные возможности к пониженным температурам, проявляющиеся в более сбалансированных и специфических гематологических реакциях, что подтверждает эффективность селекционной работы по созданию холодоустойчивых линий клариевого сома.

При изучении **биохимических механизмов акклимации** автор пишет, что сравнительный анализ поколений показывает те же тенденции, что и при изучении гематологических параметров. Так гибриды F_1 при массе 50-95 г имели более выраженные стрессовые реакции, у них отмечены значительное увеличение уровня кортизола (до 1292,4 нмоль/л при 15°C), резкое варьирование по группам уровня глюкозы, высокая активность ЛДГ и ЩФ. У гибридов F_2 при той же массе стрессовые реакции носили более сбалансированный характер, так зафиксировано умеренное увеличение уровня кортизола (до 1071,7 нмоль/л при 15°C), более стабильные показатели глюкозы, менее выраженные изменения показателей содержания ферментов.

В целом, такие реакции на температурный стресс могут говорить о следующих изменениях физиологического состояния организма. Снижение глюкозы отражает истощение энергетических запасов. Резкое увеличение кортизола стимулирует пути глюконеогенеза и гликогенолиза, что приводит к увеличению уровня глюкозы для удовлетворения потребности в энергии, вызванной стрессом. Увеличение ЛДГ указывает на переход к анаэробному гликолизу. Повышение уровня щелочной фосфатазы свидетельствует об активации альтернативных энергетических путей, когда нормальное производство АТФ нарушается из-за стрессовых условий. Снижение общего белка и глобулинов указывает на катаболические процессы. Всё

вместе говорит о неспособности организма молоди к полноценному компенсированию холодового воздействия в краткосрочном опыте с постепенным режимом понижения температур ($2^{\circ}\text{C}/\text{сут}$).

Изучение **гистологические изменений тканей** при гипотермическом стрессе показало, что снижение температуры до 20°C не оказывало существенного влияния на строение *покровных тканей* клариевого сома. Понижение температуры до 17°C привело к увеличению числа бокаловидных и клубковых клеток в эпидермисе в обеих группах особей F_1 . При этом, особи второго поколения демонстрировали другую реакцию – у группы F_2 с массой тела 150-200 г отмечался рост числа бокаловидных клеток, а у группы 90-95 г было установлено снижение толщины эпителиального слоя и увеличение числа клубковых клеток. Исследование *структуры тканей кишечника среднего отдела* всех изучаемых групп рыб при разных температурах содержания не выявило значительных отклонений. Однако в *структуре печени* разных поколений и групп отмечены более заметные изменения. Умеренное снижение температуры ($<20^{\circ}\text{C}$) не оказывало значимого влияния на структуру тканей печени. При 17°C отмечаются минимальные изменения. Понижение температуры воды до 15°C привело к вакуолизации цитоплазмы гепатоцитов. В заключении главы автор отмечает, что гистологические изменения носят преимущественно компенсаторный характер и направлены на адаптацию к пониженным температурам. Особи массой 150-200 г демонстрируют лучшую адаптацию по всем исследуемым тканям.

В подразделе **функциональные группы дифференциально экспрессируемых генов** автор подробно описывает анализ транскриптома. Получены свидетельства о плейотропном воздействии пониженной температуры на организм рыб. Транскриптомный анализ выявил сложную сеть молекулярных механизмов, обеспечивающих адаптацию клариевого сома к пониженным температурам, с преобладанием процессов белкового катаболизма, метаболической перестройки и иммунной активации.

В первой части **раздела 3.3** «Результаты научно-хозяйственных испытаний по выращиванию молоди африканского сома в прудах Курской и Белгородской областей за вегетационные периоды 2023 и 2024 гг. (III и IV рыбоводные зоны)» автор приводит данные по сравнительному морфометрическому анализу гибридов и родительских линий клариевого сома, участвовавших в исследовании. По данным статистического анализа, гибриды первого поколения имели значительные отличия по ряду показателей по сравнению с родительскими формами и гибридами F_2 . Гибриды F_1 демонстрируют эффект гетерозиса, они отличаются более длинным и широким телом, вытянутой головой с увеличенной затылочной впадиной, значительными отличиями по 10 промерам из 20 изученных. У рыб второго поколения селекции отмечен эффект регрессии они характеризуются большей длиной головы и меньшими показателями длины и обхвата тела даже по сравнению с родительскими породами. Гибриды F_1 имеют лучший выход товарной продукции. Морфометрический анализ подтвердил преимущества гибридов первого поколения для товарного выращивания, в то время как гибриды второго поколения демонстрируют признаки расщепления и требуют дальнейшей селекционной работы для закрепления желательных признаков.

Во втором подразделе главы приведены данные хозяйственного эксперимента по выращиванию полученных гибридов в рыбхозах Белгородской (2023 г.) и Курской (2024 г.) областей, IV и III зоны рыбоводства соответственно. Производственные испытания подтвердили возможность успешного выращивания гибридного клариевого сома в условиях III-IV рыбоводных зон России с достижением товарной продуктивности на уровне 1,0-1,8 т/га за вегетационный период.

Анализ выхода товарной (тушка и филе) продукции от самок и самцов первого и второго поколений не показал достоверных различий между группами. Химический состав мышечной ткани говорит о высокой пищевой ценности товарного продукта. В 100 г мяса содержание белка составило не менее 16 г, средняя жирность 6,4-6,5 г, то есть соотношении белков и жиров оптимально. Гибриды клариевого сома демонстрируют высокие технологические и пищевые качества, соответствующие требованиям современного рынка рыбной продукции. Показатели выхода филе и химического состава подтверждают перспективность использования данного объекта в товарной аквакультуре.

Завершают работу выводы, соответствующие целям и задачам исследования, научно-практические рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

В диссертации имеется семь приложений.

Диссертационная работа Климук Анастасии Алексеевны «Продуктивность, морфологические и акклиматизационные особенности гибридов африканского клариевого сома *Clarias gariepinus* в условиях прудовых хозяйств III и IV рыбоводных зон» изложена логично. В ней собрано и обобщено достаточное количество сведений из литературных источников, а также результаты собственных исследований, убедительно доказывающие поставленные автором цели и задачи исследований, а также положения, выносимые на защиту.

Вместе с тем, несмотря на очень хорошее впечатление от работы, её стиля изложения и компоновки, она не лишена некоторых недостатков, таких как неудачное построение отдельных фраз, синтаксические и орфографические ошибки, отсутствие согласований в ряде предложений.

Хотелось бы сделать несколько замечаний и задать некоторые вопросы, возникшие в ходе анализа диссертации:

1. Отбор производителей для нереста осуществляли по выбранным ранее показателям: индексы прогонистости (I/H) и компактности (I/O), **технологическим** (выход тушки и филе) и воспроизводственным показателям (стр. 73). Как осуществляли прижизненную оценку и отбор по технологическим показателям – выход тушки и филе?
2. Нет анализа по главе 3.1. Хотелось бы всё же понять в чем отличия по рыбоводно-биологическим параметрам у материнских форм и гибридов F_1 и F_2 .

3. Что служило контрольной группой в экспериментах по акклимации гибридной молоди к пониженным температурам водной среды (25-15°C) при изучении гематологических параметров (стр. 80)?
4. На стр. 90 автор пишет о том, что «высокая степень акклимации африканского клариевого сома к холодноводным условиям (20-17°C) может быть достигнута путем использования щадящих режимов понижения температуры ($<2^{\circ}\text{C}/\text{сут}$) с удлинёнными временными промежутками адаптации», а стр. 95 – «Повышенные концентрации печеночных ферментов (ЩФ, ЛДГ), кортикостероидов (кортизол), истощение энергетических запасов ... указывают на неспособность организма молоди к полноценному компенсированию холодового воздействия в краткосрочном опыте с постепенным режимом понижения температур ($2^{\circ}\text{C}/\text{сут}$)». Так какой итоговый вывод – может молодь сома приспособится к низким температурам или не может?
5. Автор пишет на 92 стр., что «любые изменения температуры для рыб являются стрессовыми». Любые? а если изменения происходят в пределах оптимума?
6. На чем основывалась теория об изменении структуры кишечника при кратковременных понижениях температур (25 дней)? Отличий в группах вами не обнаружено, а одинаковая реакция групп массой 50-95 г может говорить о системной перестройке кишечника в этот период развития.
7. Раздел 3.3.2. вызывал много вопросов в отличие от прочих глав диссертации. Так, в таблице 26 не указаны площадь водоема и плотность посадки рыб, что значительно затрудняет анализ материала. Да и вообще не понятно зачем приведены данные выращивания. Дана информация по выращиванию гибридов первого поколения в VI зоне рыбоводства и 2 поколения в III зоне. По сути, данные не сравнимы.
8. В работе не хватает главы «Обсуждение» или детального анализа в заключении каждой подглавы.
9. Пятый вывод расшифровка первого. Шестой вывод таковым не является.

Несмотря на сделанные замечания, они в целом не влияют на общую положительную оценку работы и являются скорее пожеланием по дальнейшему планированию исследований.

Автор работы, лично и в соавторстве, принимала непосредственное участие по постановке проблемы, подбора методического инструментария, проведения опытов и экспериментов. Ею проведен сбор материала, обработка данных, анализ и сравнение полученных результатов с сведениями из литературы.

Таким образом, актуальность, научная новизна, практическая значимость, а также объем проведенной работы, объем первичного материала, уровень его обработки и анализа, прекрасное знакомство автора с литературой, апробация результатов на конференциях, освещение основных положений в публикациях, в том числе и в статьях журналов, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, свидетельствует о диссертации, как о серьезном, состоявшемся и полезном исследовании с обоснованной теорией и её доказательством.

Автореферат кратко раскрывает содержание глав (разделов) диссертации.

Работа является законченным научным трудом с достаточной проработкой литературного и экспериментального материала.

Заключение. Диссертационная работа «Продуктивность, морфологические и акклиматизационные особенности гибридов африканского клариевого сома *Clarias gariepinus* в условиях прудовых хозяйств III и IV рыбоводных зон» является завершенной научно-квалификационной работой, содержит решение актуальной научной задачи, имеет теоретическое и практическое значение, выполнена самостоятельно на высоком научном уровне. Диссертация соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор, Климук Анастасия Алексеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

Официальный оппонент, профессор,
доктор биологических наук (06.02.07
Разведение, селекция и генетика
сельскохозяйственных животных),
профессор кафедры биологии,
биологических ресурсов и аквакультуры
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Елена Витальевна Пищенко

16.11.2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет»,
630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160
Тел. 8(383)-267-38-11
e_pishchenko@bk.ru

